



29.10.03

BREVET D'INVENTION

EPO - DG 1

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

29.10.2003

(76)

REC'D 04 DEC 2003

WIPO

PCT

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 20 OCT. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CS 5-30 W / 260999

REMISE DES FÉES DATE 29 OCT 2002 UEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0213540 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 29 OCT. 2002 PAR L'INPI		10 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Madame Sophie ESSELIN THALES INTELLECTUAL PROPERTY 13 avenue du Président Salvador Allende 94117 ARCUEIL Cedex	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 62896			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	
Transformation d'une demande de brevet européen		N°	
Demande de brevet initiale		Date	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'IMAGES A RECONNAISSANCE ET SELECTION DE SOURCES DE LUMIERE			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 2 0 5 9 0 2 4	
Code APE-NAF			
Adresse		173 boulevard Haussmann	
Rue		/ 9008 PARIS	
Code postal et ville			
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES FICHES DATE 02 OCT 2002 LIEU 75 INPI PARIS		Réservé à l'INPI 0215540		N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DB 540 W / 260899	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>				G2896			
6 MANDATAIRE							
Nom				ESSELIN			
Prénom				Sophie			
Cabinet ou Société				THALES			
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel				8325			
Adresse		Rue		13 avenue du Président Salvador Allende			
		Code postal et ville		94117		ARCUEIL Cedex	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>				01 41 48 45 24			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>				01 41 48 45 01			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>							
7 INVENTEUR (S)							
Les inventeurs sont les demandeurs				<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée			
8 RAPPORT DE RECHERCHE				Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)			
Établissement immédiat ou établissement différé				<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Paiement échelonné de la redevance				Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES				Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes							
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Sophie ESSELIN				VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI MME BLANCANEUX			

DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'IMAGES A RECONNAISSANCE ET SELECTION DE SOURCES DE LUMIERE

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs de traitement d'images permettant d'identifier, de traiter et de sélectionner des représentations de sources de lumière discrètes présentes dans une image vidéo composée de pixels. L'objet de ces dispositifs est la présentation, en temps réel, à un utilisateur d'une image traitée permettant une meilleure reconnaissance de représentations de sources de lumière faiblement contrastées.

L'aéronautique constitue un domaine privilégié d'application de ce type de dispositif dans les systèmes dits EVS (Enhanced Vision System) en apportant une aide efficace à l'atterrissage en conditions de visibilité dégradée, notamment par temps de brouillard. En effet, pour atterrir, il est vital que le pilote ou le système d'aide à l'atterrissage connaisse la position latérale de l'appareil par rapport à la trajectoire idéale amenant l'appareil dans l'axe de la piste.

Historiquement, en vol à vue et par temps clair, le pilote estimait la position de son appareil par rapport aux bords de la piste. L'introduction de feux aéroportuaires de structure codifiée constitués de lampes de piste de grande intensité a permis au pilote d'assurer cette tâche y compris en vol de nuit ou en conditions de brouillard léger. Lorsque les conditions météorologiques se dégradent encore, par exemple en conditions de brouillard sévère avec une visibilité inférieure à 200 mètres, ces systèmes ne suffisent plus.

Depuis 1970, on utilise le système ILS (Instrument Landing System) qui, à l'aide de deux faisceaux radiofréquence fixes, fournit au pilote et au pilote automatique l'information de position latérale nécessaire. Aujourd'hui, de nouveaux systèmes sont envisagés, comme le MLS (Microwave Landing System) dérivé de l'ILS mais permettant une plus grande variété d'approches, ou des systèmes à base de GPS (Global Positioning System) ou d'hybridation GPS/Centrale Inertielle. La contrainte commune de ces différents systèmes est la nécessité d'installer des équipements supplémentaires au sol et à bord de l'appareil pour atteindre la

précision de positionnement nécessaire. Les autorités de certification exigent, en effet, une précision qui est typiquement de l'ordre de 3 mètres. Ces installations (station GPS différentiel, émetteur MLS,...) entraînent des coûts d'acquisition et de maintenance supplémentaires qui peuvent être très importants pour certaines infrastructures aéroportuaires légères dédiées, par exemple, aux avions régionaux et d'affaire ou aux appareils de transport militaire.

Les aides à l'atterrissage manuel dits EVS (Enhanced Vision System) permettent de pallier l'absence de systèmes radiofréquence d'aide à l'approche. La figure 1 représente le schéma général d'une chaîne EVS. Elle comprend un capteur d'images 2, un dispositif de traitement d'images 1 et un dispositif de visualisation 3. Un observateur 4 regarde l'image finale à travers ledit dispositif 3. Une unité électronique 100 spécialisée fournissant la position et l'attitude de l'aéronef est interfacée avec l'unité de traitement d'images 1. Des liaisons 21, 31 et 101 relient les différentes composantes du système. Le capteur 2 fournit une image dans une bande spectrale adaptée aux sources lumineuses à détecter. Il s'agit généralement d'un FLIR (Forward Looking Infra Red). Dans le cas de lampes de pistes ayant leur pic d'émission autour de 1 micron, la bande spectrale de sensibilité du capteur se situe donc dans le proche infrarouge, à la limite du spectre visible. L'unité 100 permet de comparer l'évolution des paramètres de l'image avec les déplacements réels de l'aéronef. Le dispositif de visualisation est classiquement un viseur Tête Haute, permettant d'afficher l'image finale fournie par le dispositif de traitement 1 en superposition sur l'extérieur, cette disposition permet de projeter l'image des lampes de piste estimées dans les directions même des dites lampes, le pilote connaît ainsi sa position par rapport à la trajectoire idéale d'atterrissage.

Ce premier imageur peut être utilement complété par un second imageur FLIR travaillant dans une seconde bande infrarouge comprise, par exemple, entre 8 et 12 microns. Ce second imageur fournit alors une image thermique de la zone d'atterrissage.

Deux paramètres permettent de juger de la qualité du dispositif de traitement. Ce sont d'une part, le pourcentage de lampes de piste identifiées

et d'autre part le pourcentage d'artefacts ne correspondant pas à des lampes de piste réelles.

Les principales difficultés du traitement d'image sont que celui-ci doit travailler en temps réel afin que le pilote perçoive une image
5 correspondant à la réalité sans décalage temporel significatif, ce qui exclut tout traitement sophistiqué de l'image, et d'autre part, le traitement doit conserver ses performances pour des images, par nature, variables.

Le dispositif de traitement d'images selon l'invention permet de
10 pallier ces différents inconvénients. Le cœur de l'invention repose sur trois principes :

- Les traitements d'images principaux ne sont effectués que sur un petit nombre de pixels dont le niveau est supérieur à un seuil ;
- 15 • Un estimateur de vraisemblance évalue la probabilité d'existence de représentations de sources de lumière dans l'image ;
- Le seuil est variable en fonction d'un certain nombre de paramètres de l'image.

20

Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif électronique de traitement d'image générant à partir d'une image d'entrée une image de sortie, les deux images étant composées de pixels, l'image d'entrée provenant d'un premier capteur vidéo et représentative d'une scène
25 contenant au moins une source de lumière discrète, ladite image d'entrée contenant une première représentation de ladite source de lumière discrète, l'image de sortie comportant une seconde représentation de ladite source de lumière discrète, caractérisé en ce que ledit dispositif comprend au moins :

- une unité électronique d'amélioration du contraste permettant de
30 fournir à partir de l'image d'entrée une image à meilleur contraste ;
- une unité électronique de sélection permettant de fournir à partir de l'image à meilleur contraste une image filtrée ne contenant plus qu'au moins un premier ensemble de pixels dont le niveau électronique est situé au-dessus d'un premier seuil, ledit premier

ensemble correspondant à la représentation d'au moins une source de lumière potentielle ;

- une unité d'estimation électronique de vraisemblance, permettant de fournir à partir du premier ensemble de pixels de l'image filtrée

5 une image estimée comportant un second ensemble de pixels, ledit second ensemble correspondant à la représentation des sources de lumière estimées, les répartitions des pixels des représentations des sources estimées correspondant à des fonctions mathématiques bidimensionnelles ; à chaque représentation de
10 source de lumière estimée étant associé une probabilité de vraisemblance ;

- une unité électronique de validation fournissant à partir de l'image estimée l'image finale, ladite image contenant une représentation de source de lumière estimée si la probabilité de vraisemblance associée est supérieure à un second seuil.

15 Avantageusement, le niveau du premier seuil dépend au moins de ladite unité de validation.

Avantageusement, ladite fonction électronique d'amélioration du contraste de l'image d'entrée initiale comprend au moins un filtre matriciel de
20 type CBF (contrast box filter) appliqué sur chaque niveau de pixel de l'image d'entrée initiale pour obtenir l'image d'entrée contrastée. La dite matrice est notamment une matrice carrée de M lignes et de M colonnes d'éléments, N éléments centraux ayant une même première valeur, les $(M^2 - N)$ autres éléments de la matrice ayant une même seconde valeur égale à ladite
25 première valeur multipliée par $N/(N - M^2)$.

Les principales fonctions de l'estimateur sont :

- La fonction électronique de reconnaissance de forme de la représentation des sources de lumière,
- 30 ◦ La fonction électronique de reconnaissance de la disposition géométrique desdites représentations desdites sources,
- La fonction électronique d'estimation de déplacement desdites représentations desdites sources

La fonction électronique de reconnaissance de forme de la
35 représentation de la source de lumière permet :

- de comparer les niveaux des pixels du premier ensemble de l'image filtrée à des niveaux calculés, issus de fonctions mathématiques pré-déterminées
- de fournir une probabilité de présence de la représentation de la source de lumière estimée dans l'image d'entrée.

Avantageusement, les fonctions mathématiques pré-déterminées sont des gaussiennes bi-dimensionnelles et la fonction de reconnaissance se fait par application de la méthode des moindres carrés entre les niveaux des pixels du premier ensemble et les niveaux calculés.

- La fonction électronique de reconnaissance de la disposition géométrique desdites représentations des sources fournit une probabilité d'alignement desdites représentations des sources de lumière dans l'image d'entrée. Lorsque les représentations des sources potentielles sont alignées selon au moins une droite, la fonction électronique de reconnaissance comporte au moins une fonction permettant de faire une transformée de radon sur les pixels de l'image filtrée.

- Lorsque les représentations des sources sont mobiles dans l'image d'entrée, l'estimateur électronique de vraisemblance comporte au moins une fonction électronique de modèle de déplacement des représentations des sources estimées. Il comporte également au moins une fonction électronique d'estimation de déplacement permettant, à partir de la fonction électronique de modèle de déplacement des représentations des sources estimées :

- pour chaque représentation de source de lumière estimée d'une première image estimée occupant une première position, de calculer le déplacement théorique de ladite première position ;
- de calculer une seconde position occupée par ladite représentation de source de lumière estimée dans une seconde image estimée ;
- de comparer ladite seconde position avec la position réelle de ladite représentation de source de lumière dans ladite seconde image estimée.
- de fournir une probabilité de déplacement de la représentation de la source dans l'image estimée.

Avantageusement, la probabilité de vraisemblance d'une représentation de source de lumière estimée fournie par l'unité électronique de validation est égale au produit des probabilités de présence, d'alignement et de déplacement de la dite représentation de source de lumière fournies

5 par l'unité électronique d'estimation. L'unité électronique de validation calcule un taux de rejet de l'image d'entrée égal au pourcentage de représentations de sources estimées dont la probabilité de vraisemblance est située au-dessus du second seuil sur le nombre total de représentations de sources estimées.

10 Avantageusement, le dispositif comporte une unité électronique d'histogramme permettant de réaliser l'histogramme des pixels de l'image à meilleur contraste, ledit histogramme comportant pour chaque niveau de pixel le nombre de pixels correspondant. Ladite unité électronique d'histogramme comporte une fonction permettant de déterminer un troisième
15 seuil, le niveau dudit troisième seuil étant situé au-dessus du niveau moyen des pixels de l'image filtrée et en dessous du niveau moyen des pixels des représentations des sources de lumière potentielles. Avantageusement, l'histogramme étant représenté sous forme d'un graphe ayant en abscisse le niveau des pixels et en ordonnée le nombre de pixels correspondant à ce
20 niveau, le niveau du troisième seuil correspond au niveau qui se trouve à la distance la plus grande de la droite passant par les maxima en abscisse et en ordonnée de ce graphe.

Avantageusement, le dispositif comporte une unité électronique appelée filtre récursif qui détermine pour une seconde image d'entrée
25 successive à une première image d'entrée, la valeur du premier seuil à appliquer à cette seconde image, la valeur dudit premier seuil de cette seconde image dépendant au moins de la valeur du premier seuil, du troisième seuil et du taux de rejet de la première image d'entrée.

30 Dans un mode principal d'application, l'image finale est projetée dans un dispositif de visualisation en superposition avec une image provenant d'un second capteur. Préférentiellement, le premier capteur est sensible dans le proche infrarouge dans la bande de 1 à 2 microns et le second capteur est sensible dans le moyen infrarouge dans la bande de 5 à
35 20 microns.

.Avantageusement, le dispositif est intégré à un système de visualisation comportant au moins un capteur vidéo, le dispositif électronique de traitement d'image et un dispositif de visualisation, des moyens de localisation de la position et de l'orientation du capteur vidéo dans l'espace, lesdits moyens de localisation étant interfacés avec ledit dispositif de traitement, ledit système pouvant être rendu mobile, par exemple en étant monté sur un véhicule.

Le domaine aéronautique constitue une application privilégiée de ce type de dispositif. Dans ce cadre, le véhicule est un aéronef et les sources de lumière sont des lampes de piste d'atterrissage, le premier capteur est sensible dans le proche infrarouge dans la bande de 1 à 2 microns et le second capteur est sensible dans le moyen infrarouge dans la bande de 5 à 20 microns.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente le schéma général d'une chaîne d'acquisition, de traitement et de présentation d'images ;
- la figure 2 représente une vue de principe du dispositif de traitement selon l'invention ;
- la figure 3 représente une vue de principe détaillée du dispositif de traitement selon l'invention ;
- la figure 4 représente le principe de la détermination du troisième seuil dans le graphe de l'histogramme des niveaux de pixels.

La figure 2 représente une vue de principe du dispositif de traitement selon l'invention. Il comprend essentiellement quatre unités électroniques qui sont :

- une unité électronique d'amélioration du contraste 5 permettant de fournir à partir de l'image d'entrée une image à meilleur contraste ;
- une unité électronique de sélection 6 permettant de fournir à partir de l'image à meilleur contraste une image filtrée ;
- une unité d'estimation électronique de vraisemblance 7, permettant de fournir à partir de l'image filtrée une image estimée ;

- une unité électronique de validation 8 fournissant à partir de l'image estimée l'image finale.

L'unité 5 est interconnectée avec le capteur 2 au moyen de la liaison 21.

L'unité 7 est interconnectée avec le dispositif 100 au moyen de la liaison 101.

-
- 5 L'unité 8 est interconnectée avec le dispositif de visualisation 3 au moyen de la liaison 31.

La figure 3 représente une vue détaillée du principe du dispositif de la figure 2. Certaines unités électroniques sont détaillées, des unités complémentaires sont ajoutées.

- 10 Sur les deux figures 2 et 3, les flèches indiquent les interconnexions entre les différentes unités ainsi que le sens de leur échange de données.

L'unité électronique d'amélioration de contraste permet
 15 d'augmenter le contraste de l'image. Différentes méthodes existent. Une façon simple d'obtenir cet effet est d'utiliser un filtre matriciel de type CBF (contrast box filter) appliqué sur chaque niveau de pixel de l'image d'entrée initiale pour obtenir l'image d'entrée contrastée. La matrice de ce filtre est une matrice carrée de M lignes et de M colonnes d'éléments, les N éléments
 20 centraux ayant une même première valeur, les $(M^2 - N)$ autres éléments de la matrice ayant une même seconde valeur égale à ladite première valeur multipliée par $N/(N - M^2)$. À un pixel donné P de l'image d'entrée ayant un certain niveau, on obtient le niveau du pixel correspondant dans l'image à meilleur contraste en faisant les opérations suivantes :

-
- 25 Multiplication des valeurs des M^2 pixels entourant le pixel P par les valeurs des éléments correspondants de la matrice du filtre, la matrice étant centrée sur le pixel P ;
- Somme des M^2 valeurs obtenues pour obtenir la valeur du pixel de l'image à meilleur contraste.

30 A titre d'exemple, une matrice typique comporte 7 lignes et 7 colonnes, soit au total 49 éléments, les 9 éléments centraux valent par exemple 1 et les 40 autres éléments valent alors $-9/40$. La matrice résultante du filtre est représentée ci-dessous :

$$5 \quad \begin{pmatrix} -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & 1 & 1 & 1 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & 1 & 1 & 1 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & 1 & 1 & 1 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 \\ -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 & -9/40 \end{pmatrix}$$

10 L'unité électronique de sélection 6 conserve les pixels de l'image à meilleur contraste dont le niveau est situé au-dessus d'un premier seuil, le niveau des autres pixels étant ramené à 0. L'image filtrée ne contient alors plus qu'un premier ensemble de pixels correspondant à des sources de lumière potentielles.

15 L'unité électronique de vraisemblance peut comporter trois unités comme il est indiqué en figure 3.

La première de ces unités 71 a pour objet la reconnaissance de la forme des sources de lumière. Dans le cas général, les sources étant situées à grande distance du capteur d'images, leurs représentations devraient
20 apparaître comme des ensembles lumineux de petite dimension, couvrant au plus quelques pixels. Une bonne représentation mathématique de la répartition de l'énergie de la représentation de la source, dans ce cas, est une gaussienne bidimensionnelle. L'unité chargée de l'identification des représentations des sources potentielles compare les niveaux des
25 répartitions de pixels de l'image filtrée à ceux d'une représentation gaussienne bidimensionnelle en faisant varier quatre paramètres : le niveau de la gaussienne, sa largeur à mi-hauteur selon un premier axe, sa largeur à mi-hauteur selon un second axe perpendiculaire au premier, l'inclinaison du premier axe dans le repère de l'image. La comparaison se fait par
30 l'application de la méthode des moindres carrés entre les niveaux des pixels du premier ensemble et les niveaux calculés de la gaussienne. L'erreur résiduelle de la méthode d'optimisation permet d'estimer la probabilité de présence d'une représentation de source. Lorsque cette probabilité est supérieure à un certain seuil, la représentation de la source potentielle est
35 remplacée dans l'image estimée par sa représentation gaussienne. Il est à

noter que cette méthode permet de déterminer la position des représentations des sources avec une précision inférieure au pixel.

La seconde de ces unités 72 a pour objet la reconnaissance de la disposition géométrique des représentations des sources. En application

5 aéronautique, les lampes de piste sont disposées selon des structures géométriques codifiées représentatives des axes de piste qui sont des droites ou des segments de droite. La seconde unité permet de rechercher la présence de telles structures dans l'image filtrée. La fonction mathématique utilisée est une transformée de radon. Son principe consiste à rechercher
10 dans l'image les directions privilégiées où l'énergie moyenne des pixels est importante et peut par conséquent correspondre à des axes d'alignement de sources de lumière.

La troisième de ces unités 73 a pour objet de fournir une probabilité de déplacement des représentations des sources de lumière.
15 Ladite unité spécialisée est utilisée soit lorsque les sources présentes dans la scène se déplacent de façon connue, soit lorsque le dispositif se trouve sur un véhicule en mouvement et lorsque les déplacements et l'orientation du véhicule sont connus, ce qui est le cas pour les aéronefs. Elle a comme données d'entrée, d'une part, la connaissance des positions initiales des
20 représentations des sources estimées dans une première image filtrée et d'autre part, les informations d'une unité électronique fournissant un modèle de déplacement 9. Pour un véhicule en mouvement, ce modèle est interfacé avec les moyens 100 de localisation du véhicule. Elle calcule les secondes
~~positions occupées par lesdites représentations des sources de lumière~~
25 estimées dans une seconde image d'entrée. Elle compare lesdites secondes positions avec les positions réelles desdites représentations des sources de lumière dans la seconde image d'entrée. Elle fournit alors une probabilité de déplacement des représentations des sources.

L'unité 8 assure les tâches suivantes :

- 30
- Calculer la probabilité de vraisemblance d'une représentation de source de lumière estimée qui est égale au produit des probabilités de présence, d'alignement et de déplacement de la dite source de lumière fournies par les unités électroniques d'estimation 71, 72 et 73.

- Eliminer de l'image estimée les représentations des sources estimées dont la probabilité de vraisemblance est située en dessous du second seuil. Le second seuil vaut environ 95% pour réaliser l'image finale, ladite image finale étant fournie au dispositif de visualisation 3.
- Calculer un taux de rejet de l'image d'entrée égal au pourcentage de représentations de sources présentes dans l'image finale sur le nombre total de représentations de sources présentes dans l'image estimée.
- Fournir à l'unité 6 le taux de rejet calculé.

Lorsque le taux de rejet est faible, cela signifie que toutes les représentations de sources estimées correspondent à des sources réelles présentes dans la scène et par conséquent, le niveau du premier seuil est trop important. Lorsque le taux de rejet est important, il est nécessaire, au contraire de relever le niveau de seuil qui est trop faible.

Sur la figure 3, figurent deux unités électroniques supplémentaires. L'unité 10 est une unité permettant de réaliser l'histogramme des pixels de l'image à meilleur contraste, le graphe de l'histogramme H représenté en figure 4 comporte en abscisse le niveau des pixels et en ordonnée le nombre de pixels correspondant à ce niveau. Ladite unité électronique d'histogramme comporte une fonction permettant de déterminer un troisième seuil B, le niveau dudit troisième seuil étant situé au-dessus du niveau moyen A des pixels de l'image contrastée et en dessous du niveau moyen C des pixels des représentations des sources de lumière potentielles. Le niveau du troisième seuil B correspond au niveau qui se trouve à la distance d la plus grande de la droite MD passant par les maxima en abscisse D et en ordonnée M du graphe de l'histogramme H.

L'unité 11 appelé filtre récursif détermine pour une seconde image d'entrée successive à une première image d'entrée, la valeur du premier seuil à appliquer à cette seconde image, la valeur dudit premier seuil de cette seconde image dépendant au moins de la valeur du premier seuil, du troisième seuil et du taux de rejet de la première image d'entrée. Il comporte un filtre passe-bas de stabilisation du système permettant d'éviter les variations trop brutales de l'image finale. Sa fréquence de coupure est inférieure à 5 Hz.

L'ensemble des fonctions des unités électroniques peut être implémenté dans des composants électroniques comportant des matrices de portes logiques (ET ou OU). Ces composants peuvent être de type non programmables comme, par exemple, les ASIC (Application Specific Integrated Circuit); dans ce cas, les informations sont gravées au moment de la réalisation du circuit. Ces composants peuvent également être programmables comme, par exemple, les FPGA (Field Programmable Gate Array) ou EPLD (Erasable Programmable Logic Device). Ces composants sont couramment utilisés pour des applications d'électronique professionnelle ou embarquée sur aéronefs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif électronique de traitement d'image (1) générant à partir d'une image d'entrée une image de sortie, les deux images étant
5 composées de pixels, l'image d'entrée provenant d'un premier capteur vidéo (2) et représentative d'une scène contenant au moins une source de lumière discrète, ladite image d'entrée contenant une première représentation de ladite source de lumière discrète, l'image de sortie comportant une seconde représentation de ladite source de lumière discrète, caractérisé en ce que
10 ledit dispositif comprend au moins :
- une unité électronique (5) d'amélioration du contraste permettant de fournir à partir de l'image d'entrée une image à meilleur contraste ;
 - une unité électronique (6) de sélection permettant de fournir à partir
15 de l'image à meilleur contraste une image filtrée ne contenant plus qu'au moins un premier ensemble de pixels dont le niveau électronique est situé au-dessus d'un premier seuil, ledit premier ensemble correspondant à la représentation d'au moins une source de lumière potentielle ;
 - une unité (7) d'estimation électronique de vraisemblance,
20 permettant de fournir à partir du premier ensemble de pixels de l'image filtrée une image estimée comportant un second ensemble de pixels, ledit second ensemble correspondant à la représentation de sources de lumière estimées, les répartitions des pixels de la représentation des sources estimées correspondant à des fonctions
25 mathématiques bidimensionnelles ; à chaque représentation de source de lumière estimée étant associé une probabilité de vraisemblance ;
 - une unité électronique (8) de validation fournissant à partir de
30 l'image estimée l'image finale, ladite image contenant une représentation de la source de lumière estimée si la probabilité de vraisemblance associée est supérieure à un second seuil.

2. Dispositif électronique de traitement d'image (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le niveau du premier seuil dépend au moins de ladite unité de validation (8).

3. Dispositif électronique de traitement d'image selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite fonction électronique d'amélioration du contraste de l'image d'entrée initiale comprend au moins un filtre matriciel de type CBF (contrast box filter) appliqué sur chaque niveau de pixel de l'image d'entrée initiale pour obtenir l'image d'entrée contrastée.

4. Dispositif électronique de traitement d'image selon la revendication 3, caractérisé en ce que la dite matrice est une matrice carrée de M lignes et de M colonnes d'éléments, les N éléments centraux ayant une même première valeur, les $(N - M^2)$ autres éléments de la matrice ayant une même seconde valeur égale à ladite première valeur multipliée par $N/(M^2 - N)$.

5. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'estimateur électronique de vraisemblance (7) comporte au moins une fonction électronique (71) de reconnaissance de forme de la représentation de la source de lumière permettant :

- de comparer les niveaux des pixels du premier ensemble de l'image filtrée à des niveaux calculés, issus de fonctions mathématiques prédéterminées
- de fournir une probabilité de présence de la représentation de la source de lumière estimée dans l'image d'entrée .

6. Dispositif électronique de traitement d'image selon la revendication 5, caractérisé en ce que les fonctions mathématiques prédéterminées sont des gaussiennes bi-dimensionnelles.

7. Dispositif électronique de traitement d'image selon la revendication 6, caractérisé en ce que la fonction de reconnaissance se fait par applications de la méthode des moindres carrés entre les niveaux des pixels du premier ensemble et les niveaux calculés.

8. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, l'image filtrée comportant au moins deux représentations de sources de lumière potentielles, l'estimateur électronique de vraisemblance comporte au moins une fonction électronique (72) de reconnaissance de la disposition géométrique desdites représentations, ladite fonction fournissant une probabilité d'alignement des dites représentations des sources de lumière dans l'image d'entrée.

9. Dispositif électronique de traitement d'image selon la revendication 8, caractérisé en ce que lorsque les représentations des sources potentielles sont alignées selon au moins une droite, la fonction électronique de reconnaissance comporte au moins une fonction permettant de faire une transformée de radon sur les pixels de l'image filtrée.

10. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, les représentations des sources étant mobiles dans l'image d'entrée, l'estimateur électronique de vraisemblance comporte au moins une fonction électronique (9) de modèle de déplacement des représentations des sources estimées.

11. Dispositif électronique de traitement d'image selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'estimateur électronique (7) de vraisemblance comporte au moins une fonction électronique (73) d'estimation de déplacement permettant, à partir de la fonction électronique de modèle de déplacement des représentations des sources estimées :

- pour chaque représentation de source de lumière estimée d'une première image estimée occupant une première position, de calculer le déplacement théorique de ladite première position ;
- de calculer une seconde position occupée par ladite représentation de la source de lumière estimée dans une seconde image d'entrée ;
- de comparer ladite seconde position avec la position réelle de ladite représentation de la source de lumière dans ladite seconde image d'entrée.

- de fournir une probabilité de déplacement de la représentation de la source dans l'image d'entrée.

12. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des

5 revendications 4 à 11, caractérisé en ce que, la probabilité de vraisemblance de la représentation d'une source de lumière estimée fournie par l'unité électronique (8) de validation est égale au produit des probabilités de présence, d'alignement et de déplacement de la dite représentation de la source de lumière fournies par l'unité électronique d'estimation.

10

13. Dispositif électronique de traitement d'images selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité électronique (8) de validation calcule un taux de rejet de l'image d'entrée égal au pourcentage de représentations de sources estimées dont la probabilité de vraisemblance
15 est située au-dessus du second seuil sur le nombre total de représentations de sources estimées.

14. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comporte une
20 unité électronique (10) d'histogramme permettant de réaliser l'histogramme des pixels de l'image à meilleur contraste, ledit histogramme fournissant le nombre de pixels correspondant à un niveau d'énergie donné.

15. Dispositif électronique de traitement d'images selon la
25 revendication 14, caractérisé en ce que l'unité électronique (10) d'histogramme comporte une fonction permettant de déterminer un troisième seuil, le niveau dudit troisième seuil étant situé au-dessus du niveau moyen des pixels de l'image filtrée et en dessous du niveau moyen des pixels des représentations des sources de lumière potentielles.

30

16. Dispositif électronique de traitement d'images selon la revendication 15, caractérisé en ce que, l'histogramme étant représenté sous forme d'un graphe ayant en abscisse le niveau des pixels et en ordonnée le nombre de pixels correspondant à ce niveau, le niveau du troisième seuil

correspond au niveau qui se trouve à la distance la plus grande de la droite passant par les maxima en abscisse et en ordonnée de l'histogramme.

17. Dispositif électronique de traitement d'image selon l'une des
5 revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comporte une
unité électronique (11) appelée filtre récursif qui détermine pour une seconde
image d'entrée successive à une première image d'entrée, la valeur du
premier seuil à appliquer à cette seconde image, la valeur dudit premier
seuil dépendant au moins de la valeur du premier seuil, du troisième seuil et
10 du taux de rejet de la première image d'entrée.

18. Dispositif de traitement d'image selon l'une des revendications
précédentes, caractérisée en ce que l'image finale est projetée dans un
système de visualisation (3) en superposition avec une image provenant d'un
15 second capteur.

19. Dispositif de traitement d'image selon la revendication 18,
caractérisé en ce que le premier capteur (2) est sensible dans le proche
infrarouge dans la bande de 1 à 2 microns et le second capteur est sensible
20 dans le moyen infrarouge dans la bande de 5 à 20 microns.

20. Système de visualisation comportant au moins un capteur
vidéo (2), un dispositif électronique (1) de traitement d'image et un dispositif
de visualisation (3), caractérisé en ce que ledit système possède des
25 moyens de localisation de la position et de l'orientation du capteur vidéo
dans l'espace, ledit traitement d'images étant selon l'une des revendications
précédentes, lesdits moyens de localisation étant interfacés avec ledit
dispositif (1), ledit système pouvant être rendu mobile.

30 21. Aéronef caractérisé en ce qu'il comporte un système de
visualisation selon la revendication 20, le dispositif de visualisation étant un
viseur dit tête Haute, les sources de lumière étant des lampes de piste
d'atterrissage.

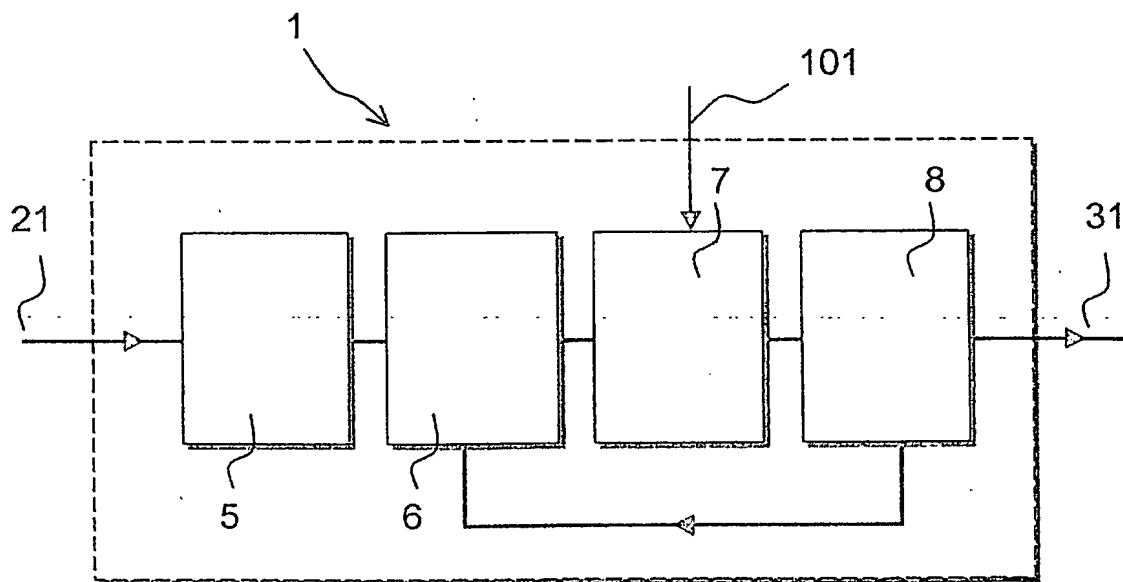
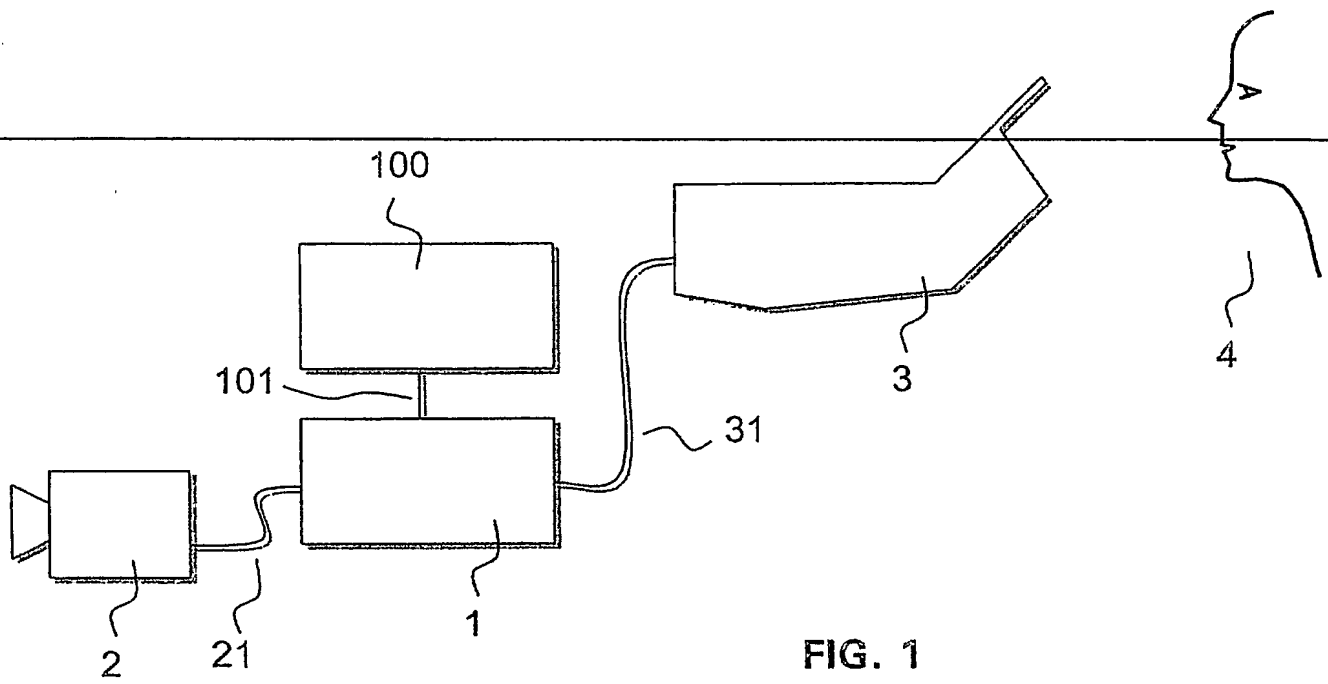
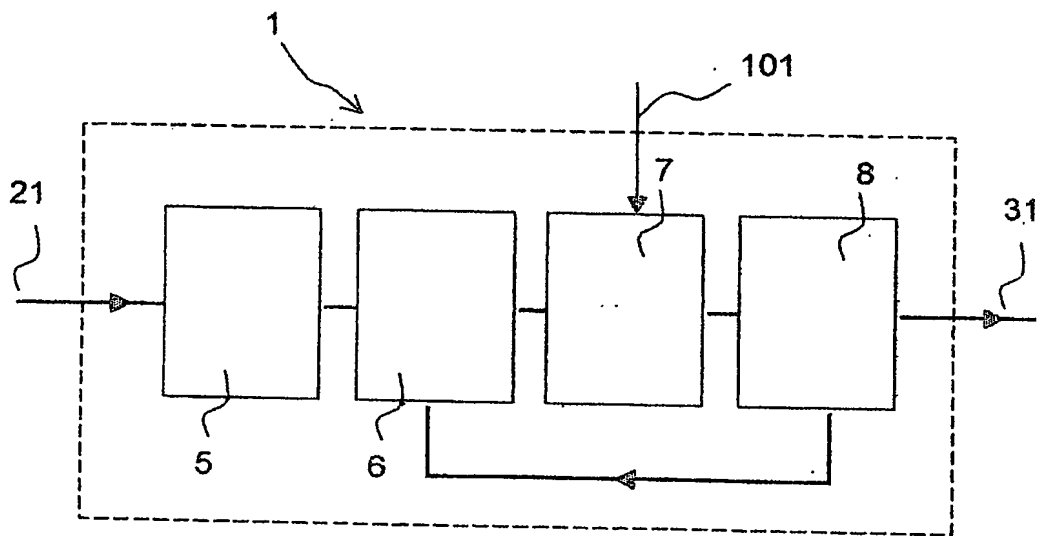
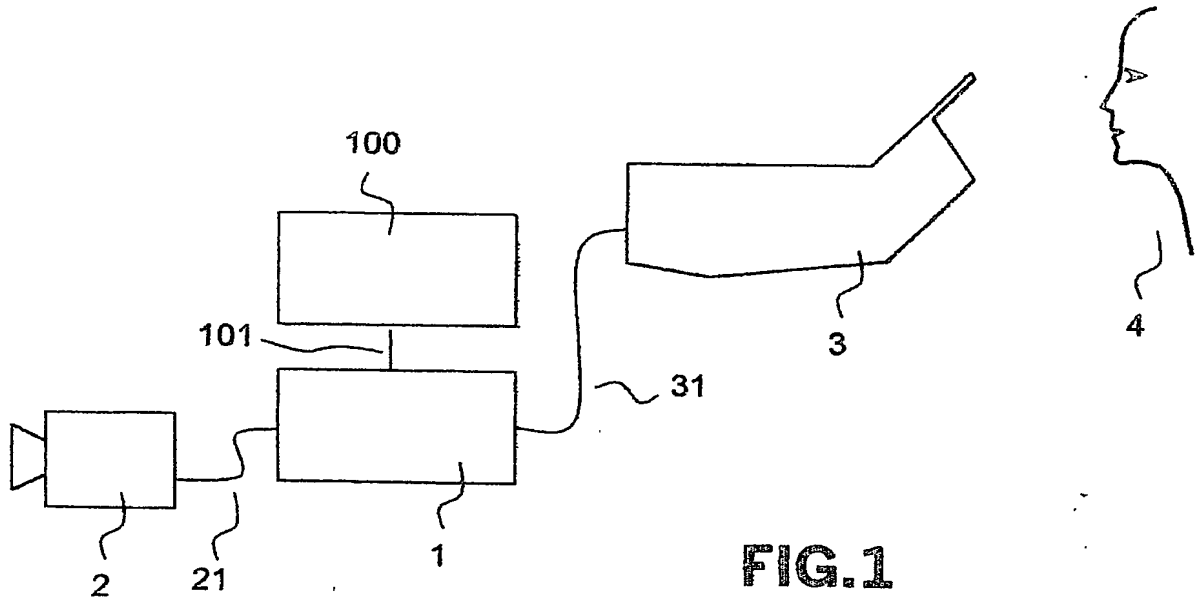


FIG. 2



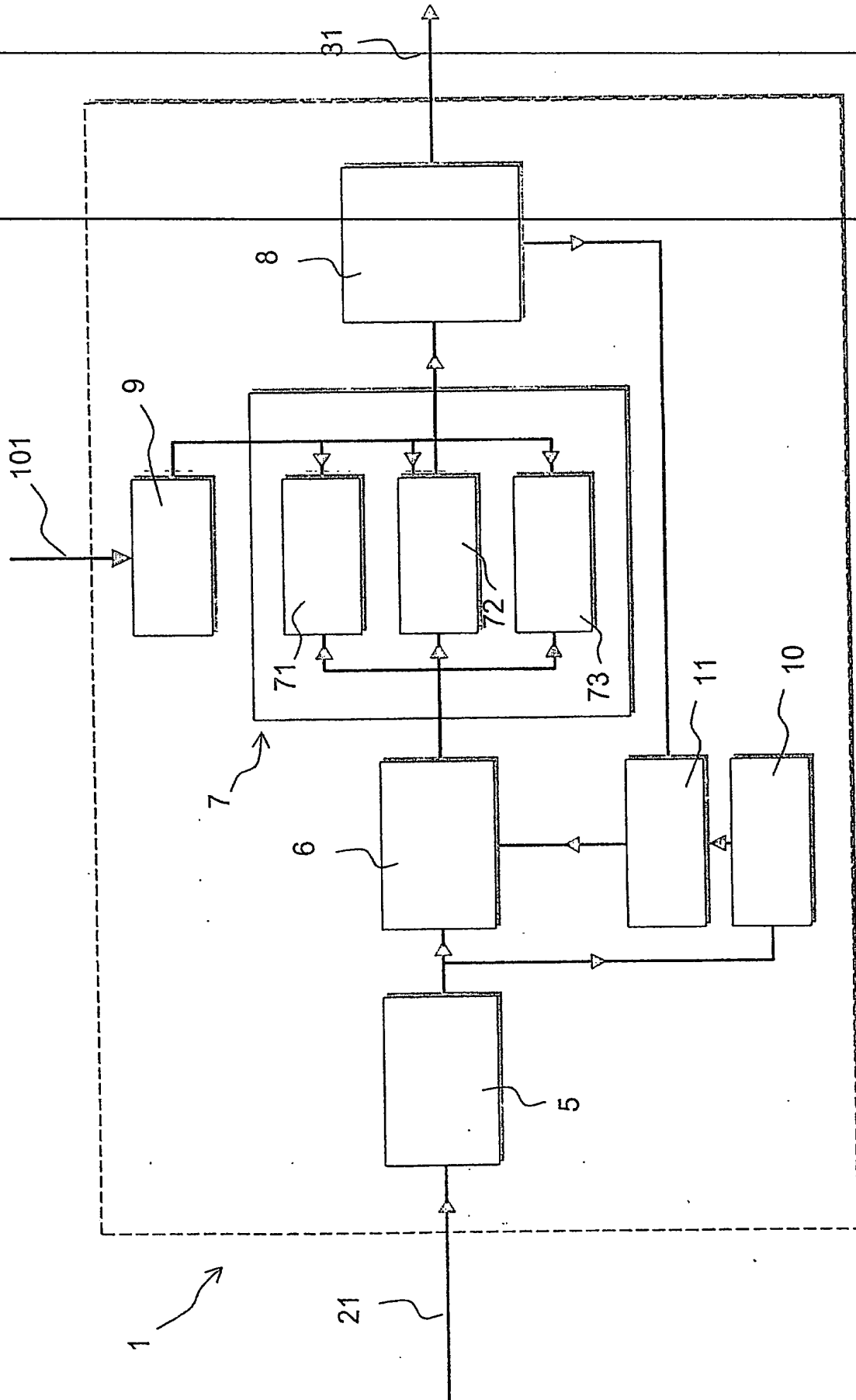


FIG. 3

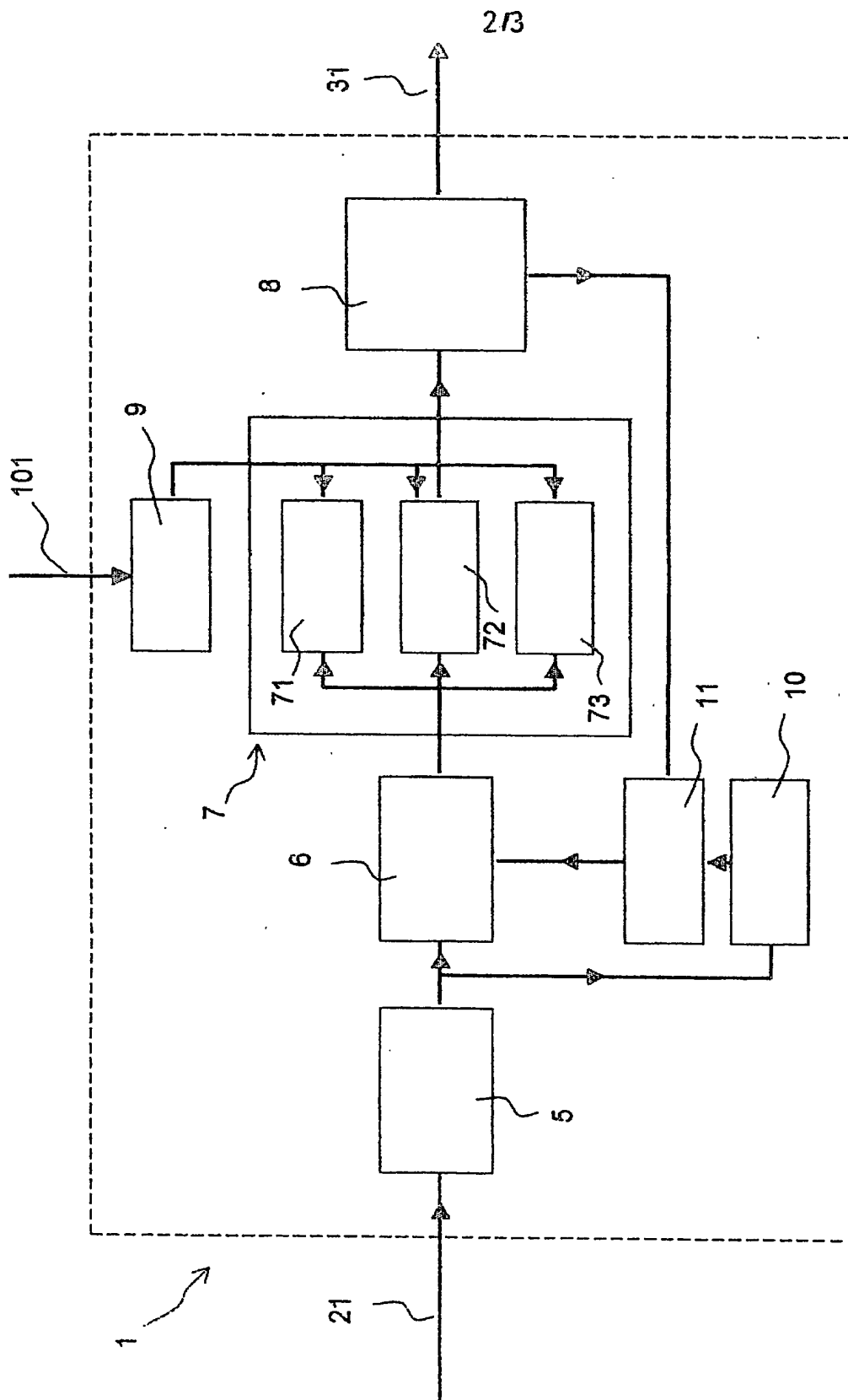


FIG.3

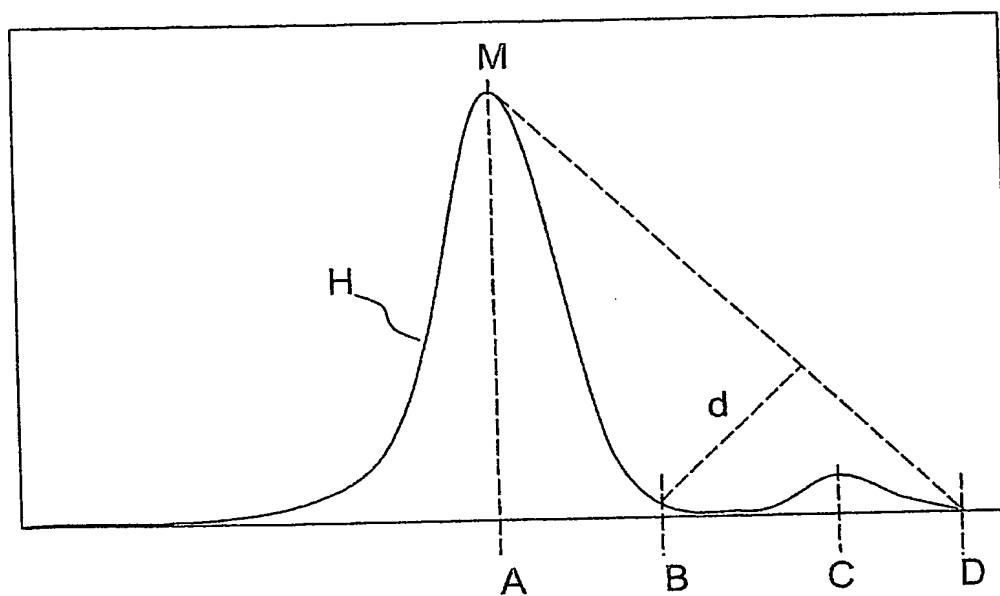
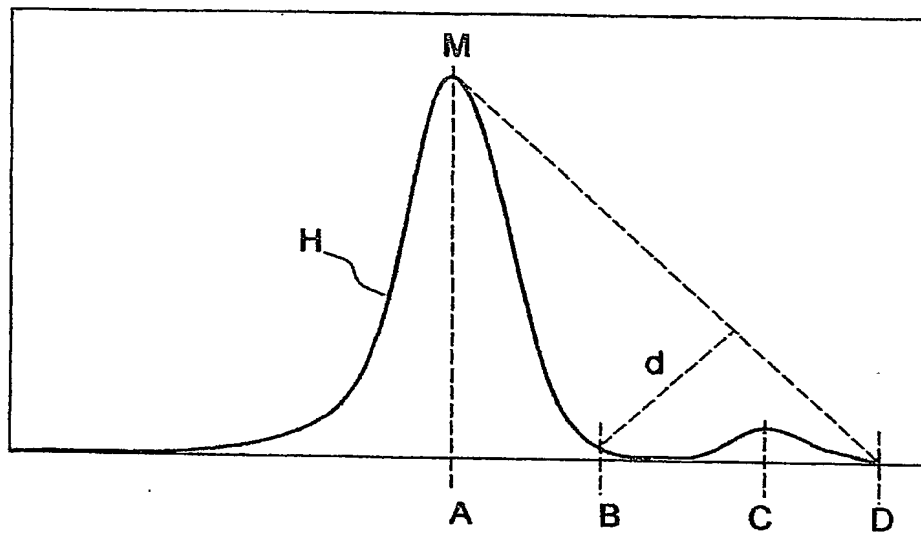


FIG. 4

**FIG.4**



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


N° 11 235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

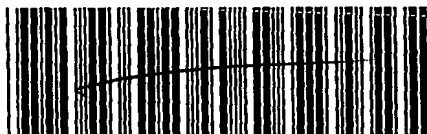
Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W / 260599

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62896	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0213540	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'IMAGES A RECONNAISSANCE ET SELECTION DE SOURCES DE LUMIERE			
LE(S) DEMANDEUR(S) : THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		ROLS	
Prénoms		Olivier	
Adresse	Rue	THALES INTELLECTUAL PROPERTY 13 avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BRETON	
Prénoms		Pierre-Albert	
Adresse	Rue	THALES INTELLECTUAL PROPERTY 13 avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
06 OCT 2002 Sophie ESSELIN			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

PCT Application
EP0350717



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.